

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Нанотехнологии и перспективные материалы»

химический факультет

кафедра высокомолекулярных соединений

УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ
ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОСИСТЕМ

Екатеринбург
2008

СОДЕРЖАНИЕ

Информация об авторе

Программа дисциплины «Фазовые и структурные превращения жидкокристаллических наносистем»

Методические указания к изучению дисциплины «Фазовые и структурные превращения жидкокристаллических наносистем»

Вопросы для самоконтроля

Вопросы экзаменационных билетов

Учебное пособие «Фазовые и структурные превращения жидкокристаллических наносистем в магнитном и механическом полях»

Руководство к лабораторным работам «Построение фазовых диаграмм систем полимер – растворитель»

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Вшивков Сергей Анатольевич, заведующий кафедрой высокомолекулярных соединений химического факультета Уральского государственного университета, профессор, доктор химических наук.

Окончил Уральский государственный университет и аспирантуру при кафедре высокомолекулярных соединений. Читает курсы «Высокомолекулярные соединения», «Коллоидная химия», «Физико – химия полимеров», «Термодинамика и механизм синтеза макромолекул».

Область научных интересов – фазовые переходы, структура, термодинамические свойства, реология полимерных систем в механическом и магнитном полях. Автор более 250 научных публикаций, в том числе монографии, двух учебных пособий, ряда обзоров.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Нанотехнологии и перспективные материалы»

химический факультет

кафедра высокомолекулярных соединений

ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ
ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОСИСТЕМ

Программа дисциплины

Подпись руководителя ИОНЦ

Дата

Екатеринбург
2008

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ИОНЦ
«Нанотехнологии и
перспективные материалы»

В.А. Черепанов

(подпись)

(дата)

Программа дисциплины «Фазовые и структурные превращения жидкокристаллических наносистем» составлена в соответствии с требованиями регионального компонента к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки бакалавра по направлению химия 510500, физика 010700.62, специалиста по специальности химия -11000, физика 010700.65 по циклу «Общепрофессиональных и специальных дисциплин государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования».

Семестр восьмой

Общая трудоемкость дисциплины 107 часов, в том числе:

Лекций 36

Лабораторных работ 40

Контрольные мероприятия:

Коллоквиумы 3

Составитель:

Вшивков Сергей Анатольевич, д.х.н., профессор, зав. кафедрой высокомолекулярных соединений

Уральский государственный университет

Рекомендовано к печати протоколом заседания

Экспертно – конкурсной комиссии ИОНЦ «Нанотехнологии и перспективные материалы»
от _____ № _____

Согласовано:

Декан химического факультета

(подпись)

(В.А. Черепанов)
Ф.И.О.

«_____» _____ 2008 г.
(дата)

I. Введение.

К наносистемам относят системы, состоящие из частиц или содержащие достаточно большое число частиц с размерами от нескольких нанометров до нескольких сотен нанометров. Если учесть, что размеры макромолекул полимеров с молекулярной массой от 10^3 до 10^7 находятся в диапазоне от 2-3 до 200-250 нм, то по этому признаку все растворы, гели и смеси полимеров относятся к наносистемам.

Особый интерес среди них представляют жидкокристаллические системы. Сам термин «*жидкие кристаллы*» содержит в себе противоречие. Под кристаллами понимают анизотропные твердые вещества, обладающие очень низкой деформацией даже под действием больших внешних нагрузок. С другой стороны, под жидкостями подразумевают вещества, которые обладают текучестью и изотропией физических свойств, в том числе и оптических.

Между тем более ста лет тому назад было установлено, что у некоторых веществ органической природы, находящихся в расплавленном состоянии, т.е. способных течь, обнаруживается анизотропия оптических свойств (двулучепреломление). При рассмотрении в поляризованном свете, в котором обычные жидкости при скрещенных поляроидах оптически пусты, эти особые расплавы ведут себя как кристаллические вещества, т.е. деполяризуют свет и становятся видимыми. Это обстоятельство и дало основание назвать такой тип веществ *жидкими* кристаллами.

Хотя сами жидкие кристаллы были известны химикам еще с 1888 г., но только с 1960-х годов началось их практическое использование (для экранов часов и калькуляторов). В 1990 г. Де Жен получил Нобелевскую премию за теорию жидких молекулярных кристаллов. Жидкие кристаллы, как низкомолекулярных, так и высокомолекулярных соединений, произвели

революцию в электронике — они используются в самых различных дисплеях (в часах, минителевизорах), ЖК - мониторах для компьютеров и др.

Высокая способность этих соединений к самоорганизации представляет значительный интерес для создания новых материалов. Самоорганизация макромолекул имеет место уже в растворах полимеров с увеличением концентрации. Естественно, что эти процессы усиливаются при наложении на полимерные системы внешних полей: магнитного, механического, электрического.

Цель данного курса состоит в детальном знакомстве студентов с основными видами фазовых переходов в растворах полимеров и их особенностями, с типами фазовых состояний, классификацией жидких кристаллов, их текстурами, с фазовыми и структурными превращениями полимерных систем в магнитном и механическом полях, а также с некоторыми аспектами применения жидкокристаллических систем.

Основные задачи дисциплины:

1. Выработать у студентов понимание связи между строением полимеров и их способностью к созданию жидкокристаллического порядка в растворах и расплавах.

2. Научить студентов умению использовать полученные сведения для анализа поведения жидкокристаллических полимерных систем в магнитном и механическом полях.

Место дисциплины в системе высшего профессионального образования. Чтение курса предполагает знание физики (оптика, магнитные свойства веществ), физической химии, основ высокомолекулярных соединений.

Требования к уровню освоения содержания курса. После изучения курса «Фазовые и структурные превращения жидкокристаллических наносистем» студент должен ориентироваться в сложном мире физико – химии многокомпонентных систем, в вопросах взаимосвязи химического строения полимеров и их способностью к организации во внешних полях.

II. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

ТЕМЫ И РАЗДЕЛЫ КУРСА, ИХ КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1. Общие вопросы фазовых переходов.

Понятие фазы: термодинамическое и структурное. Фазовые состояния и типы фазовых переходов в растворах: аморфное (жидкое), кристаллическое, жидкокристаллическое. Фазовые переходы первого и второго рода.

Фазовое равновесие систем полимер – растворитель. Правило фаз Гиббса, его применение к растворам полимеров. Жидкостное и кристаллическое разделение раствора на две фазы. Бинодаль. Спинодаль. Верхние и нижние критические температуры растворения (ВКТР и НКТР), их термодинамические критерии. Природа ВКТР и НКТР. Примеры систем с ВКТР и НКТР. Влияние молекулярной массы полимера на положение бинодалей и критических температур. Θ – температура. Фазовые диаграммы растворов полимолекулярных полимеров. Устойчивые, метастабильные, лабильные системы.

Диаграммы состояния систем с кристаллическим разделением фаз. Кривые ликвидуса и подликвидуса. Релаксационный характер процесса кристаллического разделения.

Фазовые диаграммы жидкокристаллических систем.

Тема 2. Жидкокристаллическое состояние вещества

Типы фазового состояния веществ: кристаллическое, аморфное (жидкое), газовое, жидкокристаллическое. Ближний и дальний порядок. Определение жидкокристаллического состояния вещества. Мезофазы. Энантиотропные и моноотропные жидкие кристаллы. Виды жидких кристаллов: нематический, холестерический, смектический (А, Б, С, D, Е, F, G, H). Дискообразная мезофаза. Примеры. Термотропные и лиотропные жидкие кристаллы.

Классификация Келкера и Хаца мезогенных соединений в зависимости от их химического строения: 1) ароматические соединения без мостиковых групп; 2) гетероароматические соединения без мостиковых групп; 3) ароматические соединения с одной мостиковой группой; 4) ароматические соединения с несколькими одинаковыми мостиковыми группами; 5) ароматические соединения с несколькими различными мостиковыми группами; 6) стильбены, амиды карбоновых кислот, производные гидразина и глиоксаля; 7) ароматические карбоновые кислоты; 8) соли карбоновых кислот и аммониевые соли; 9) алициклические и алифатические соединения.

Группы атомов, используемые при синтезе мезогенных соединений.

Тема 3. Жидкокристаллическое состояние полимеров

Специфика полимеров, обусловленная их большой вязкостью: неравновесные состояния, большие времена релаксации, наличие анизотропии свойств в аморфном фазовом состоянии. Паракристаллическое состояние полимеров. Лиотропные и термотропные жидкие кристаллы полимеров.

Причины возникновения мезофаз в полимерах: 1. Упорядочение, обусловленное взаимодействием боковых групп (привесков) в полимерных цепях. 2. Упорядочение, обусловленное взаимодействием одноимённых последовательностей (блоков) в блок-сополимерах. 3. Упорядочение за счёт жёсткости макромолекул.

Степень одноосного ориентационного порядка в мезоморфном веществе Q. Порядок величины Q для различных полимеров, ее связь с сегментом Куна и молекулярной массой полимера.

Тема 4. Фазовые диаграммы растворов жесткоцепных полимеров

Работы Флори: связь критической концентрации, начиная с которой в системе возникает ЖК-фаза, со степенью асимметрии молекулы (отношения длины молекулы к её поперечному сечению); теоретическая диаграмма

состояния системы жесткоцепный полимер – растворитель. Понятие о «коридоре» сосуществования изотропной и анизотропной фаз. Примеры экспериментальных фазовых диаграмм систем: ПБГ – ДМФА, поликарбобензоксизин – ДМФА, ПБА – ДМАА – (+3% масс. LiCl), ПФТА – H₂SO₄, ГПЦ – вода, ГПЦ – ДМАА и др.

Тема 5. Оптические свойства и текстура жидких кристаллов

Неспецифические и специфические текстуры. Текстуры нематической мезофазы: нитевидная, шлирен – текстура, планарная (плоская), гомеотропная (нормальный слой), твист – текстура (мраморная). Представление о дисклинациях.

Текстуры холестерической мезофазы: конфокальная, полигональная, веерная, планарная, пластинчатая.

Текстуры смектической мезофазы: полигональная, веерная, «батончики», псевдоизотропная, шевронная (миелиновая), шлирен – текстура, мозаичная, «отпечатков пальцев».

Условия получения жидких кристаллов с различными текстурами.

Тема 6. Диамагнитные свойства веществ

Атомарные системы. Магнитный момент атома в магнитном поле и в его отсутствие. Магнитная восприимчивость моля атомов.

Молекулярные системы. Два вклада в восприимчивость χ молекул, лишённых собственного магнитного момента: диамагнитный χ_d и парамагнитный χ_p . Их численное определение. Связь χ_d со статической поляризуемостью α молекулы.

Системы с кратными связями. Парамагнетизм двойных и тройных связей между одинаковыми атомами: A=A и A≡A (гомоатомные связи) и между различными атомами: A=B и A≡B (гетероатомные связи).

Магнитная восприимчивость смесей.

Влияние магнитного поля на поведение ЖК – систем. Ориентация нематических и холестерических жидких кристаллов в магнитном поле.

Раскрутка холестерической спирали в магнитном поле.

Определение магнитной восприимчивости веществ с помощью магнитометра. Расчет энергии магнитного поля, запасаемой веществом.

Тема 7. Фазовые переходы и структура жидкокристаллических систем в механическом поле

Методы построения фазовых диаграмм систем полимер – растворитель с жидкокристаллическими фазовыми переходами. Фазовые диаграммы жидкокристаллических растворов полимеров в статических условиях. Зависимость положения пограничных кривых, разделяющих области существования изотропной и анизотропной фаз, от молекулярной массы полимера и от полярности молекул растворителя. Связь окраски ЖК – растворов с концентрацией полимера.

Структура растворов жесткоцепных полимеров: концентрационная зависимость размеров рассеивающих свет частиц в растворах.

Методы исследования фазовых переходов полимерных систем в механическом поле. Концентрационные и температурные зависимости вязкости растворов полимеров с ЖК – переходами. Фазовый переход холестерический жидкий кристалл – нематический жидкий кристалл и образование доменной структуры в деформируемых растворах гидроксипропилцеллюлозы и цианэтилцеллюлозы.

Смещение пограничных кривых систем полимер – растворитель в условиях деформирования, обусловленное изменением температурно – концентрационной области существования ЖК – фазы. Увеличение ширины области ЖК - растворов при преобладании ориентационных процессов, уменьшение ширины области ЖК - растворов при преобладании процессов разрушения механическим полем надмолекулярных ЖК - образований в растворах.

Экстремальная зависимость ΔT (ΔT – разность температур фазового перехода в динамических и статических условиях) от скорости сдвига, связанная с протеканием в системе двух противоположно направленных процессов: ориентацией макромолекул по направлению течения, что способствует фазовому переходу, и разрушением механическим полем зародышей новой фазы, что препятствует возникновению ЖК - фазы. Концентрационная зависимость ΔT .

Влияние размеров макромолекул на их способность к ориентации в механическом поле.

Тема 8. Фазовые и структурные превращения жидкокристаллических наносистем в магнитном поле

Методы исследования фазовых ЖК – переходов полимерных систем в магнитном поле. Повышение температуры переходов, обусловленное ориентацией макромолекул в магнитном поле, сменой типа жидкого кристалла с холестерического на нематический и образованием доменной структуры в растворах. ЖК - системы – системы с памятью. Расчет времени релаксации τ процесса перехода нематический ЖК – холестерический ЖК в растворах после прекращения воздействия магнитного поля.

Расширение температурно – концентрационной области существования ЖК – фазы, вызванное магнитным полем. Вид концентрационной зависимости ΔT (ΔT – разность температур фазовых переходов в магнитном поле и в его отсутствие). Влияние на величину ΔT двух факторов: 1 – увеличения с ростом концентрации полимера числа макромолекул, способных к ориентации в магнитном поле, 2 – увеличения частоты флуктуационной сетки зацеплений в растворе, препятствующей протеканию ориентационных процессов и ослабляющей влияние магнитного поля.

Зависимость ΔT от энергии магнитного поля, запасаемой растворами.

Влияние размеров макромолекул на их способность к ориентации в магнитном поле.

Тема 9. Некоторые аспекты применения жидких кристаллов

Использование жидких кристаллов в электронных устройствах, основанное на их способности эффективно изменять интенсивность, угловое распределение, фазу и спектральный состав проходящего через него света под влиянием электрического напряжения, тепловых или механических воздействий.

Устройства отображения информации. Буквенно-цифровая индикация с тремя разновидностями конструкций: сегментной, пакетной и матрично - точечной. Мнемосхемы и транспаранты. Создание статической фоновой информации. Применение жидких кристаллов в термографии. Преимущества использования ЖК – систем.

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Построение фазовой диаграммы системы аморфный полимер – растворитель.
2. Построение фазовой диаграммы системы кристаллический полимер – растворитель.
3. Построение фазовой диаграммы системы жидкокристаллический полимер – растворитель.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Нанотехнологии и перспективные материалы»

химический факультет

кафедра высокомолекулярных соединений

ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ
ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОСИСТЕМ

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Подпись руководителя ИОНЦ

Дата

Екатеринбург
2008

1. Термодинамическое и структурное определение фазы.
2. Фазовые состояния систем.
3. Фазовые переходы первого и второго рода.
4. Правило фаз Гиббса, его применение к растворам полимеров.
5. Жидкостное и кристаллическое фазовое разделение растворов.
6. Бинодаль, спинодаль.
7. Критические температуры растворения. ВКТР и НКТР.
8. Влияние молекулярной массы полимера на положение бинодалей и критических температур. Θ – температура.
9. Фазовые диаграммы растворов полимолекулярных полимеров.
10. Диаграммы состояния систем с кристаллическим разделением фаз. Кривые ликвидуса и подликвидуса.
11. Релаксационный характер процесса кристаллического разделения.
12. Фазовые диаграммы жидкокристаллических систем.
13. Определение жидкокристаллического состояния вещества. Мезофазы.
14. Энантиотропные и монотропные жидкие кристаллы.
15. Виды жидких кристаллов: нематический, холестерический, смектический.
16. Термотропные и лиотропные жидкие кристаллы.
17. Группы атомов, используемые при синтезе мезогенных соединений.
18. Причины возникновения мезофаз в полимерах.
19. Понятие о степени одноосного ориентационного порядка в мезоморфном веществе Q.
20. Порядок величины Q для различных полимеров, ее связь с сегментом Куна и молекулярной массой полимера.
21. Фазовые диаграммы растворов жесткоцепных полимеров. Работы Флори.
22. Примеры экспериментальных фазовых диаграмм растворов жесткоцепных полимеров.
23. Представление о текстуре. Неспецифические и специфические текстуры.
24. Понятие дисклинаци.

25. Текстуры холестерического мезофазы: конфокальная, полигональная, веерная, планарная, пластинчатая.
26. Текстуры холестерического мезофазы: конфокальная, полигональная, веерная, планарная, пластинчатая.
27. Текстуры смектического мезофазы: полигональная, веерная и др.
28. Диамагнитные свойства веществ.
29. Парамагнитные свойства веществ.
30. Магнитный момент атома в магнитном поле и в его отсутствие.
31. Магнитная восприимчивость моля атомов.
32. Диамагнитные свойства молекулярных систем.
33. Диамагнитные свойства молекул с кратными связями.
34. Магнитная восприимчивость смесей.
35. Ориентация нематических и холестерических жидких кристаллов в магнитном поле.
36. Влияние магнитного поля на шаг холестерической спирали.
37. Зависимость шага холестерической спирали от концентрации раствора.
38. Определение магнитной восприимчивости веществ.
39. Методы построения фазовых диаграмм систем полимер – растворитель с жидкокристаллическими фазовыми переходами в статических условиях.
40. Методы построения фазовых диаграмм систем полимер – растворитель с жидкокристаллическими фазовыми переходами в динамических условиях.
41. Методы построения фазовых диаграмм систем полимер – растворитель с жидкокристаллическими фазовыми переходами в магнитном поле.
42. Зависимость положения пограничных кривых, разделяющих области существования изотропной и анизотропной фаз, от молекулярной массы полимера.
43. Влияние полярности молекул растворителя на положение пограничных кривых.
44. Связь окраски ЖК – растворов с концентрацией полимера.
45. Структура растворов жесткоцепных полимеров.

46. Концентрационные и температурные зависимости вязкости растворов полимеров с ЖК – переходами.
47. Влияние деформирования на структуру ЖК-систем.
48. Фазовые диаграммы систем жесткоцепный полимер – растворитель в условиях деформирования.
49. Влияние скорости сдвига на величину ΔT (ΔT – разность температур фазового перехода в динамических и статических условиях).
50. Влияние концентрации полимера на величину ΔT .
51. Влияние размеров макромолекул на их способность к ориентации в механическом поле.
52. Влияние магнитного поля на структуру ЖК-систем.
53. ЖК – системы – системы с памятью.
54. Расчет времени релаксации τ процесса фазового ЖК – перехода.
55. Влияние магнитного поля на фазовые диаграммы ЖК – систем.
56. Влияние напряженности магнитного поля на величину ΔT (ΔT – разность температур фазового перехода в магнитном поле и в его отсутствие) ЖК-систем.
57. Влияние концентрации полимера на величину ΔT ЖК – систем в магнитном поле.
58. Зависимость ΔT от энергии магнитного поля, запасаемой растворами.
59. Влияние размеров макромолекул на их способность к ориентации в магнитном поле.
60. На чем основано использование жидких кристаллов в электронных устройствах?
61. ЖК - устройства отображения информации. Буквенно-цифровая индикаторы.
62. Мнемосхемы и транспаранты на жидких кристаллах.
63. Методы создания статической фоновой информации.
64. Применение жидких кристаллов в термографии.

65. Преимущества использования ЖК – систем.
66. Определение раствора.
67. Термодинамические критерии устойчивости растворов.
68. Отличие растворов полимеров от растворов низкомолекулярных соединений.
69. Представление о качестве растворителя.
70. Термодинамические параметры качества растворителя.
71. Представления о гибкости цепи полимера.
72. Параметры термодинамической гибкости макромолекулы.
73. Идеальные и неидеальные растворы.
74. Конформации макромолекул.
75. Факторы, обуславливающие гибкость цепи макромолекулы.
76. Агрегатные состояния веществ.
77. Гели полимеров. Их отличие от растворов.
78. Высокомодульные волокна.
79. Способы упрочнения полимеров.
80. Два типа НКТР растворов полимеров.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Нанотехнологии и перспективные материалы»

химический факультет

кафедра высокомолекулярных соединений

ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ
ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОСИСТЕМ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

Подпись руководителя ИОНЦ

Дата

Екатеринбург
2008

Билет № 1.

1. Термодинамическое и структурное определение фазы.
2. Текстуры холестерической мезофазы: конфокальная, полигональная, веерная, планарная, пластинчатая.
3. Влияние концентрации полимера на величину ΔT . (ΔT – разность температур фазового перехода в динамических и статических условиях).

Билет № 2

1. Фазовые состояния систем.
2. Текстуры холестерической мезофазы: конфокальная, полигональная, веерная, планарная, пластинчатая.
3. Влияние размеров макромолекул на их способность к ориентации в механическом поле.

Билет № 3

1. Фазовые переходы первого и второго рода.
2. Текстуры смектической мезофазы: полигональная, веерная и др.
3. Влияние магнитного поля на структуру ЖК-систем.

Билет № 4

1. Правило фаз Гиббса, его применение к растворам полимеров.
2. Диамагнитные свойства веществ.
3. ЖК – системы – системы с памятью.

Билет № 5

1. Жидкостное и кристаллическое фазовое разделение растворов.
2. Парамагнитные свойства веществ.
3. Расчет времени релаксации τ процесса фазового ЖК – перехода.

Билет № 6

1. Бинодаль, спинодаль.
2. Магнитный момент атома в магнитном поле и в его отсутствие.
3. Влияние магнитного поля на фазовые диаграммы ЖК – систем.

Билет № 7

1. Критические температуры растворения. ВКТР и НКТР.
2. Магнитная восприимчивость моля атомов.
3. Влияние напряженности магнитного поля на величину ΔT (ΔT – разность температур фазового перехода в магнитном поле и в его отсутствие) ЖК-систем.

Билет № 8

1. Влияние молекулярной массы полимера на положение бинодалей и критических температур. Θ – температура.
2. Диамагнитные свойства молекулярных систем.
3. Влияние концентрации полимера на величину ΔT ЖК – систем в магнитном поле. (ΔT – разность температур фазового перехода в магнитном поле и в его отсутствие) ЖК-систем.

Билет № 9

1. Фазовые диаграммы растворов полимолекулярных полимеров.
2. Диамагнитные свойства молекул с кратными связями.
3. Зависимость ΔT от энергии магнитного поля, запасаемой растворами. (ΔT – разность температур фазового перехода в магнитном поле и в его отсутствие) ЖК-систем.

Билет № 10.

1. Диаграммы состояния систем с кристаллическим разделением фаз. Кривые ликвидуса и подликвидуса.
2. Магнитная восприимчивость смесей.
3. Влияние размеров макромолекул на их способность к ориентации в магнитном поле.

Билет № 11

1. Релаксационный характер процесса кристаллического разделения.
2. Ориентация нематических и холестерических жидких кристаллов в магнитном поле.
3. На чем основано использование жидких кристаллов в электронных устройствах?

Билет № 12

1. Фазовые диаграммы жидкокристаллических систем.
2. Влияние магнитного поля на шаг холестерической спирали.
3. ЖК - устройства отображения информации. Буквенно-цифровая индикаторы.

Билет № 13

1. Определение жидкокристаллического состояния вещества. Мезофазы.
2. Зависимость шага холестерической спирали от концентрации раствора.
3. Мнемосхемы и транспаранты на жидких кристаллах.

Билет № 14

1. Энантиотропные и монотропные жидкие кристаллы.
2. Определение магнитной восприимчивости веществ.
3. Методы создания статической фоновой информации.

Билет № 15

1. Виды жидких кристаллов: нематический, холестерический, смектический.
2. Методы построения фазовых диаграмм систем полимер – растворитель с жидкокристаллическими фазовыми переходами в статических условиях.
3. Применение жидких кристаллов в термографии.

Билет № 16

1. Термотропные и лиотропные жидкие кристаллы.
2. Методы построения фазовых диаграмм систем полимер – растворитель с жидкокристаллическими фазовыми переходами в динамических условиях.
3. Преимущества использования ЖК – систем.

Билет № 17

1. Группы атомов, используемые при синтезе мезогенных соединений.
2. Методы построения фазовых диаграмм систем полимер – растворитель с жидкокристаллическими фазовыми переходами в магнитном поле.
3. Определение раствора.

Билет № 18

1. Причины возникновения мезофаз в полимерах.
2. Зависимость положения пограничных кривых, разделяющих области существования изотропной и анизотропной фаз, от молекулярной массы полимера.
3. Термодинамические критерии устойчивости растворов.

Билет № 19

1. Понятие о степени одноосного ориентационного порядка в мезоморфном веществе Q.
2. Влияние полярности молекул растворителя на положение пограничных кривых.
3. Отличие растворов полимеров от растворов низкомолекулярных соединений.

Билет № 20

1. Порядок величины Q для различных полимеров, ее связь с сегментом Куна и молекулярной массой полимера.
2. Связь окраски ЖК – растворов с концентрацией полимера.
3. Представление о качестве растворителя.

Билет № 21

1. Фазовые диаграммы растворов жесткоцепных полимеров. Работы Флори.
2. Структура растворов жесткоцепных полимеров.
3. Термодинамические параметры качества растворителя.

Билет № 22

1. Примеры экспериментальных фазовых диаграмм растворов жесткоцепных полимеров.

2. Концентрационные и температурные зависимости вязкости растворов полимеров с ЖК – переходами.
3. 71. Представления о гибкости цепи полимера.

Билет № 23

1. Представление о текстуре. Неспецифические и специфические текстуры.
2. Влияние деформирования на структуру ЖК-систем.
3. Параметры термодинамической гибкости макромолекулы.

Билет № 24

1. Понятие дисклинаци.
2. Фазовые диаграммы систем жесткоцепный полимер – растворитель в условиях деформирования.
3. Идеальные и неидеальные растворы.

Билет № 25

- 1.Ориентация нематических и холестерических жидких кристаллов в магнитном поле.
2. Влияние скорости сдвига на величину ΔT (ΔT – разность температур фазового перехода в динамических и статических условиях).
3. Конформации макромолекул.

Билет № 26

1. Влияние магнитного поля на шаг холестерической спирали.
2. Влияние концентрации полимера на величину ΔT . (ΔT – разность температур фазового перехода в динамических и статических условиях).
3. Факторы, обуславливающие гибкость цепи макромолекулы.

Билет № 27

1. Методы построения фазовых диаграмм систем полимер – растворитель с жидкокристаллическими фазовыми переходами в статических условиях.
2. Влияние размеров макромолекул на их способность к ориентации в механическом поле.
3. Агрегатные состояния веществ.

Билет № 28

1. Методы построения фазовых диаграмм систем полимер – растворитель с жидкокристаллическими фазовыми переходами в динамических условиях.
2. Влияние магнитного поля на структуру ЖК-систем.
3. Высокомодульные волокна.

Билет № 29

1. Фазовые диаграммы систем жесткоцепный полимер – растворитель в условиях деформирования.
2. Два типа НКТР растворов полимеров.
3. Зависимость ΔT от энергии магнитного поля, запасаемой растворами.

Билет № 30

1. Влияние скорости сдвига на величину ΔT (ΔT – разность температур фазового перехода в динамических и статических условиях).
2. ЖК – системы – системы с памятью.
3. Парамагнитные свойства веществ.

III. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ КУРСА ПО ТЕМАМ И ВИДАМ РАБОТ

№	Тема, раздел	Учебный план, часов			
		Аудиторные занятия		Самостоятельная работа	Итого по теме
		лекции	лабораторные		
1	Общие вопросы фазовых переходов	4	24	4	32
2	Жидкокристаллическое состояние вещества	2	4	2	8
3	Жидкокристаллическое состояние полимеров	2	-	4	6
4	Фазовые диаграммы растворов жесткоцепных полимеров	4	12	4	20
5	Оптические свойства и текстура	2	-	2	4

	жидких кристаллов				
6	Диаманитные свойства веществ	2	-	4	6
7	Фазовые переходы и структура жидкокристаллических систем в механическом поле	10	-	5	15
8	Фазовые и структурные превращения жидкокристаллических наносистем в магнитном поле	8	-	4	12
9	Некоторые аспекты применения жидких кристаллов	2	-	2	4
Всего		36	40	31	107

IV. ФОРМА ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ

Экзамен в 8-ом семестре.

V. УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА

Рекомендуемая литература

Основная

1. Вшивков С.А. Фазовые и структурные превращения жидкокристаллических наносистем в магнитном и механическом полях. Екатеринбург. Изд-во Урал. ун-та, 2008.
2. Папков С.П., Куличихин В.Г. Жидкокристаллическое состояние полимеров. М.: Химия, 1977. 240 с.

3. Вшивков С.А., Русинова Е.В. Фазовые переходы в полимерных системах, вызванные механическим полем. Изд-во Урал. ун-та. Екатеринбург, 2001. 195 с.
4. Вшивков С.А., Русинова Е.В. Влияние магнитного поля на фазовые переходы растворов производных целлюлозы // Высокомолек. соедин. А. 2008. Т. 50. № 7. С. 1141-1149.
5. Вшивков С.А., Русинова Е.В. Фазовые и структурные превращения жидкокристаллических полимерных систем в механическом поле. // Высокомолек. соедин. А. 2008. Т. 50. № 2. С. 237-244.
6. Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов. М.: Наука, 1983. 320 с.
7. Жидкие кристаллы /Под ред. Жданова С.И./ М.: Химия, 1979. 327с.
8. Дорфман Я.Г. Диамагнетизм и химическая связь. М.: Физматгиз, 1961. 231 с.
9. Жидкокристаллические полимеры / Под ред. Н.А. Платэ. М.: Химия, 1988. 416 с.

Дополнительная

1. Чандрасекар С. Жидкие кристаллы. М.: Мир, 1980. 344 с.
2. Вшивков С.А. Методы исследования фазового равновесия растворов полимеров. Изд-во Урал. ун-та, 1991.
3. Сонин А.С. Кентавры природы. М.: Атомиздат, 1980. 192 с.
4. Чандрасекар С. Жидкие кристаллы. М.6 Мир, 1980.
5. Тагер А.А. Физикохимия полимеров. М.: Химия, 1978, 544 с.
6. Галяс А.Г. Фазовые жидкокристаллические переходы растворов и смесей производных целлюлозы в магнитном поле и в его отсутствие. Магистерская диссертация. УрГУ. Екатеринбург. 2007. 83 с.
7. Селвуд П. Магнетохимия. М.: Из-во Ин. лит-ры, 1958. 457 с.
8. Де Женн П. Физика жидких кристаллов. М.: Мир, 1977.
9. Платэ Н.А., Шибаев В.П. Гребнеобразные полимеры и жидкие кристаллы. М.: Химия, 1980.

10. Капустин А.П. Экспериментальные методы исследования жидких кристаллов М.: Наука, 1978. 368 с.
11. Жидкокристаллический порядок в полимерах / Под ред. А. Блюмштейна. М.: Мир, 1981. 352 с.
12. Ориентационные явления в растворах и расплавах полимеров. / Под. Ред. А.Я. Малкина, С.П. Папкина. М.: Химия, 1980. 280 с.
13. Нестеров А.Е., Липатов Ю.С. Термодинамика растворов и смесей полимеров. Киев. Наукова думка: 1984.
14. Чалых А.Е., Герасимов В.К., Михайлов Ю.М. Диаграммы фазовых состояний полимерных систем. М. Янус – К, 1998.

VI. Ресурсное обеспечение

1. Лаборатория «Анализ полимерных материалов». Лаборатория исследования физико-химических свойств полимеров.
2. Приборная база, лабораторное оборудование, материалы.

Анализатор дисперсных систем (США), магнитная установка, создающая постоянное магнитное поле напряженностью до 15000 эрстед, реометры RHEOSCOR, RHEOTEST (Германия), фотоэлектрическая поляризационная установка, водяная и масляная бани, сушильные и вакуум-сушильные шкафы, спиртовые горелки.

Полимеры (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиметилметакрилат и др.), жидкокристаллические вещества, различные по химической природе органические растворители и пластификаторы.